

DERWENT- 1981-02218D
ACC-NO:
DERWENT- 198103
WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Solid fuel gasification - in low temp. carbonisation
drum and coke bed of cracking reactor

INVENTOR: KIENER, K

PATENT-ASSIGNEE: KIENER K[KIENI] , KIENER-PYROLYSE GES[KIENN]

PRIORITY-DATA: 1979DE-2927240 (July 5, 1979)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 2927240	A January 8, 1981	N/A	000	N/A
DE 2927240	C October 31, 1985	N/A	000	N/A
EP 31351	A July 8, 1981	G	000	N/A
WO 8100112	A January 22, 1981	G	000	N/A

DESIGNATED-STATES: FR GB SE AU BR JP SU US FR GB SE

CITED- DE 196697; DE 2408461 ; DE 2432504 ; DE 2622266 ; DE
DOCUMENTS: 2732544 ; US 4057402

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 2927240A	N/A	1979DE-2927240	July 5, 1979

INT-CL (IPC): C10J003/66, F02C003/28

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 2927240A

BASIC-ABSTRACT:

A three-stage gasification of solid fuel at atmospheric pressure uses indirect heating to 300-600 deg.C for low-temperature carbonisation in the first stage, and thermal cracking of the developed gases at 850-1200 deg. C in the second stage.

In the third stage, the coke is partly burnt and the hot gases at

900-1200 deg.C are sucked through a reaction zone of coke. Endothermic reactions raise the calorific value of the gases which are passed with those of the second stage through heat exchangers and scrubbers.

This system is suitable for the gasification of fuel which is high in ash and sulphur. It produces in a continuous process gases free from polluting components (hydrogen sulphide) and with a high calorific value.

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 2927240C

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

A three-stage gasification of solid fuel at atmospheric pressure uses indirect heating to 300-600 deg.C for low-temperature carbonisation in the first stage, and thermal cracking of the developed gases at 850-1200 deg. C in the second stage.

In the third stage, the coke is partly burnt and the hot gases at 900-1200 deg.C are sucked through a reaction zone of coke. Endothermic reactions raise the calorific value of the gases which are passed with those of the second stage through heat exchangers and scrubbers.

This system is suitable for the gasification of fuel which is high in ash and sulphur. It produces in a continuous process gases free from polluting components (hydrogen sulphide) and with a high calorific value.

TITLE- SOLID FUEL GASIFICATION LOW TEMPERATURE CARBONISE DRUM
TERMS: COKE BED CRACK REACTOR

DERWENT-CLASS: H09 Q52

CPI-CODES: H09-C;



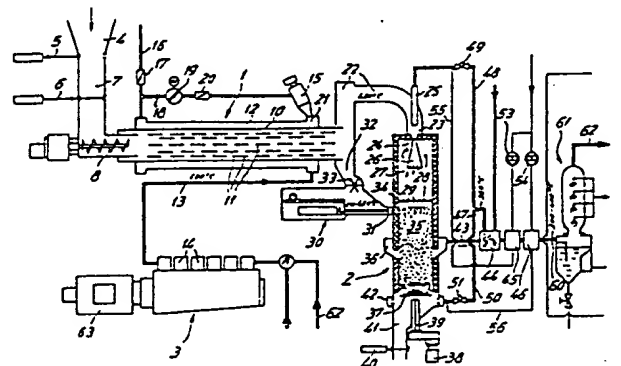
(51) Internationale Patentklassifikation 3: C10J 3/66	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 81/00112 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Januar 1981 (22.01.81)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE80/00097 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Juli 1980 (04.07.80) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 29 27 240.0-24 (32) Prioritätsdatum: 5. Juli 1979 (05.07.79) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder, und (72) Erfinder: KIENER, Karl [DE/DE]; Goldshöfe im Forst, D-7095 Rainau/Württ. (DE). (74) Anwalt: BEETZ, Richard et al.; Steinsdorfstr. 10, D-8000 München 22 (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, SE (europäisches Pa- tent), SU, US. Veröffentlicht <i>Mit dem internationalen Recherchenbericht</i>

(54) Title: PROCESS AND PLANT FOR THE GAZEIFICATION OF SOLID FUELS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUM VERGASSEN VON STÜCKIGEN BRENNSTOFFEN

(57) Abstract

Fuel such as bituminous coal, lignite, wood, straw and similar, is carbonized at approximately the atmospheric pressure in a first stage by indirect heating between 300 and 600°C while stirring constantly (1). The hot gases released are mixed with preheated air and partially burnt (27) in a second stage. Simultaneously, they are thermally cracked at temperatures comprised between 850 and 1200°C, and they are passed through a reaction zone (35) comprised of low carbonization coke obtained during the first stage. In a third stage, the coke is subjected to a partial combustion, for example by means of air and steam. The gas mixture being initially at a temperature comprised between 900 and 1200°C is sucked through a reaction zone formed with the low carbonization coke where the gas temperature is reduced due to an endothermal reaction and where the calorific capacity of the gases is simultaneously increased. Those gases and the gases coming from the second stage are conveyed towards heat-exchangers (44 to 46) and to gas scrubbers (61).



(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Vergasen von stückigen Brennstoffen, wie bituminöse Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Stroh u.dgl., unter annäherndem Atmosphärendruck, bei dem die Brennstoffe in einer ersten Verfahrensstufe durch indirekte Beheizung bei Temperaturen zwischen 300 und 600°C unter ständiger Umwälzung verschwelt werden (1). Die heißen Schwelgase werden durch Vermischen mit vorgewärmter Luft in einer zweiten Verfahrensstufe teilverbrannt (27), gleichzeitig bei Temperaturen von 850 bis 1200°C thermisch gecrackt und anschließend durch eine aus dem Schwelkoks in der ersten Stufe gebildete Reaktionszone (35) hindurchgeführt. In einer dritten Verfahrensstufe wird der Schwelkoks durch z.B. Luft und Wasserdampf teilverbrannt. Das anfänglich 900 bis 1200°C heiße Gasgemisch wird durch eine anschließende, aus dem Schwelkoks gebildete Reaktionszone hindurchgesaugt, in welcher durch endotherme Reaktionen die Gastemperatur gesenkt und gleichzeitig der Heizwert der Gase erhöht wird. Diese Brenngase und die Brenngase aus der zweiten Verfahrensstufe werden Wärmetauschern (44,

Verfahren und Anlage zum Vergasen von stückigen Brennstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vergasen von stückigen Brennstoffen, wie bituminöse Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Stroh u. dgl., unter zumindest annäherndem Atmosphärendruck, bei dem die Brennstoffe in einer ersten Verfahrensstufe durch indirekte Beheizung bei Temperaturen zwischen 300 und 600 °C unter ständiger Umwälzung verschwelt und in einer zweiten Verfahrensstufe die heißen Schwelgase durch Vermischen mit vorgewärmter Luft teilverbrannt, gleichzeitig bei Temperaturen von 850 bis 1200 °C thermisch gecrackt und anschließend durch eine aus dem Schwelkoks in der ersten Stufe gebildete Reaktionszone hindurchgeführt werden.

Ferner betrifft die Erfindung eine Anlage zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

In den vergangenen Jahrzehnten ist bereits eine Vielzahl von Verfahren und Anlagen zur Vergasung, Pyrolyse und/oder Hochtemperatur-Destillation von Brennstoffen der unterschiedlichsten Art entwickelt worden, die zumindest teilweise auch in der Praxis verwirklicht wurden. Dabei handelte es sich durchwegs um eine anfängliche Verschwelung und/oder Verkokung der aufgegebenen Brennstoffe unter Luftabschluß durch direkte oder indirekte Beheizung, durch welche die flüchtigen Bestandteile ggf. unter thermischer Crackung aus den festen Brennstoffen ausgetrieben und abgeschieden werden. Der bei diesem Vorgang gebildete Koks konnte - je nach der Art und Zusammensetzung der verwendeten Brennstoffe - entweder als verkaufsfähiges Endprodukt abgezogen oder aber durch eine weitergehende thermische Behandlung durch Zuführen von Wasserdampf in vorzugsweise CH_4 , CO- und H_2 -haltige Brenngase zersetzt werden. So ist z. B. in der DE-PS 972 468 ein Verfahren zur Erzeugung eines Brenngases aus bituminösen Brennstoffen beschrieben, bei dem die Brennstoffe in einer ersten Kammer eines üblichen Koksofenblockes entgast und die erhaltenen Destillationsgase über Rohrleitungen und eine Vorlage in eine zweite, gleich ausgebildete Kammer überführt werden, in welcher sich die glühenden, bereits fertig ausgegärten Destillationsrückstände eines vorherigen Entgasungsvorganges befinden. Dieser Kammer wird von außen durch die Kammerwände hindurch Wärme zugeführt. Um die Zusammensetzung der erzeugten Brenngase zu steuern, wird fein zerstäubter Brennstoff, z. B. Öl oder Teer, zusammen mit dem heißen Rohgas in die zweite Kammer eingeführt. Der in der Verbindungsleitung fein zerstäubte Brennstoff bildet zusammen mit den heißen Rohgasen ein Warmaerosol, das in dem Lückenvolumen des glühenden Kokes gespalten wird. Neben dem Einsprühen von flüssigem Brennstoff kann auch Wasser oder Dampf den Rohgasen zugesetzt

werden, um in dem glühenden Koks der zweiten Kammer die Wassergas-Reaktion durchzuführen. Nach diesem Verfahren kann zwar ein hinsichtlich seines Heizwertes angereichertes Brenngas erzeugt werden, der Koks in der zweiten Kammer nimmt jedoch nur in äußerst geringen Mengen an den Reaktionen teil, so daß eine Vergasung dieses Kokes nicht oder in praktisch nur unbedeutendem Maße eintritt.

Damit ist dieses Verfahren in erster Linie auf Brennstoffe mit nur geringen Verunreinigungen, d. h. geringem Asche- und Schwefelgehalt, als Einsatzmaterialien beschränkt. Eine vollständige Umwandlung von z. B. Stein- oder Braunkohle mit hohem Schwefel- und Aschegehalt ist nicht ohne weiteres möglich, da der anfallende Koks nur schwierig weiterverarbeitet werden kann.

In der DE-OS 24 08 461 ist ein Verfahren und eine Anlage zur Erzeugung von Synthesegas unter Anwendung eines mit Koks beschickten Abstichgenerators beschrieben, bei dem die fertig ausgegarte Kokscharge des Generators in erhitztem Zustand aus dem vorgeschalteten Verkokungssofen über eine Druckschleuse in den Abstichgenerator eingebracht wird.

Auf diese Weise bleibt der Wärmeinhalt des Kokes für den nachgeschalteten Vergasungsvorgang erhalten. Ein Teil der erhaltenen Destillationsgase werden zur indirekten Beheizung der Kokskammern verwendet, während ein weiterer Teil in den Abstichgenerator geleitet wird.

Das Vergasungsmittel besteht aus einem Gemisch durch heißes Wasser gesättigten Sauerstoff, dem ggf. Luft beigegeben werden kann und aus Wasserdampf. Dieses Vergasungs-

mittel gelangt über einen Wärmetauscher mit Temperaturen zwischen 200 und 300 °C in den unteren Teil des zuvor mit heißem Koks beschickten Abstichgenerators. Die heißen Brenngase werden entstaubt und geben ihren Wärmeinhalt an Abhitzekessel ab, bevor sie als Synthesegas einem Waskühler zugeleitet werden. Die Verkokungsgase können mit dem aus Sauerstoff und Wasserdampf gebildeten Vergasungsmittel vermischt in die Koksfüllung des Abstichgenerators eingeführt werden.

Nachteilig bei diesem bekannten Vorgehen ist einerseits der außerordentlich hohe technische Anlagen-Aufwand und zum anderen die relativ hohen Temperaturen des erzeugten Synthesegases.

Bei einem in der DE-PS 424 724 beschriebenen Verfahren zur Gewinnung von leichtsiedenden Kohlenwasserstoffen aus Schwelgasen werden Schwelkohlen in einer mantelbeheizten Drehtrommel verschwelt, die Schwelgase gesondert vom Schwelkoks aus der Trommel abgezogen und in einem von außen beheizten Rohrsystem thermisch bei Temperaturen von ca. 700 °C gecrackt, so daß sich aus diesen Schwelgasen die leichtsiedenden Kohlenwasserstoffe abspalten. Eine Vergasung des Schwelkokes ist nicht vorgesehen.

Ferner ist bereits ein Verfahren zur Erzeugung von Brenngasen aus stückigen Müll- und anderen Abfallstoffen in der DE-PS 24 32 504 beschrieben, bei welchem der Müll unvorbehandelt in einer Schweltrommel bei Temperaturen zwischen 300 und 600 °C verschwelt, die Schwelgase gesondert von den fe-

sten Schwelrückständen abgezogen und in einer weiteren Verfahrensstufe durch Zumischen von vorbestimmten Mengen an Verbrennungsluft auf ca. 1000 °C erwärmt und dabei thermisch gecrackt werden, wobei sie eine aus glühendem Koks und ggf. anderen Kohlenstoffträgern gebildete Reaktionszone durchströmen. Dabei vollzieht sich die stark endotherme Wassergas-Reaktion, durch welche die bei der understöchiometrischen Verbrennung und beim Cracken entstandenen Anteile an elementarem Kohlenstoff (Ruß) zusammen mit Wasserdampf und Kohlendioxid in entsprechende Mengen an Kohlenmonoxid und Wasserstoff überführt werden. Aufgrund des Wärmeverbrauchs in diesen Reaktionen ergibt sich eine intensive Abkühlung der ca. 1000 °C heißen Crack-Gase auf eine Abzugstemperatur von ca. 500 °C innerhalb eines Strömungsweges von ca. 500 mm.

Bei diesem Verfahren bleibt der glühende Fremdkoks in der Reaktionszone an den ablaufenden Reaktionen weitestgehend unbeteiligt, d. h. er dient einerseits als Wärmespeicher und zum anderen als Träger für die Rußpartikel von außerordentlich großer Oberfläche. Die aus der Drehtrommel ausgetragenen festen Verschmelzungsrückstände werden in Schwelkoks, andere verwertbare sowie in wertlose Rückstände sortiert. Eine Vergasung des Schwelkokses ist bei diesem bekannten Verfahren nicht vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anlage zum Vergasen von asche- und schwefelreichen bituminösen Brennstoffen aufzuzeigen, bei welchem die kontinuierlich erzeugten Brenngase weitgehend frei von umweltschädlichen Verunreinigungen, z. B. Schwefelwasserstoffen, sind und gleichzeitig einen relativ hohen Heizwert besitzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in einer dritten Verfahrensstufe der Schwelkoks durch Einführen eines gasförmigen teilverbrannt wird, daß das erhaltene metrischen Verhältnis 900 bis 1200 °C heiße Gasgemisch durch zwischen anfänglich anschließende, aus dem Schwelkoks gebildete eine unmittelbar hindurchgesaugt wird, und daß anschließend Reaktionszone der Gase erhöht wird, und daß gleichzeitig der Heizwert der Brenngasen aus der zweiten Verfahrensstufe diese Gase mit den erhaltene Gemisch in bekannter Weise fe vermischt und das Wäschern zugeführt wird. Wärmetauschern und Wäschern zugeführt wird.

Dieses erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber bekannten Brennstoffvergasungs-Verfahren eine Reihe von Vorteilen, die u.a. in der außerordentlich einfachen Verfahrensführung und -steuerung und zum anderen in der Qualität des Brenngases liegen, welches einen hohen Heizwert und auch bei asche- bzw. schwefelreichen Aufgabematerialien praktisch frei von schädlichen Kohlenwasserstoffen ist. Ferner bietet das vorstehend genannte Verfahren die Möglichkeit, auch Brennstoffe mit Aschegehalten von bis zu 30 Gew.-% wirksam und vollständig zu vergasen. Daneben können auch andere verschiedene Brennstoffe, wie aschereiche Kokskohle, Braunkohle, Torf, und auch Holz, Holzspäne, Stroh u. dgl., als Aufgabematerialien dienen.

Erfindungsgemäß erfüllt der Schwelkoks im Brenngasreaktor mehrere Funktionen. Einmal dient er zur Unterstützung der Crackvorgänge der Schwelgase bei ihrer unterstöchiometrischen Teilverbrennung, zum anderen lagern sich die bei der Teilverbrennung und dem Crackvorgang entstandenen Rußpartikel an den Schwelkokskörnern ab, wobei außerordentlich große Ober-

flächen gebildet sind. Die Schwelgase reagieren mit dem abgelagerten Ruß, wobei unter Verbrauch von fühlbarer Wärme aus den Schwelgasen Kohlenmonoxid und Wasserstoff nach den bekannten Wassergasgleichungen entsteht. Entsprechende Vorgänge spielen sich auch für die Umwandlung der bei der Teilverbrennung des Schwelkokes in der untersten Zone erzeugten Gasgemische. Durch den kontinuierlichen Abbrand des Schwelkokes in der untersten Reaktionszone ergibt sich eine allmähliche Absenkbewegung der gesamten Koksfüllung über die verschiedenen Reaktionszonen hinweg. Die Geschwindigkeit dieser allmählichen Absenkbewegung und damit auch die Intensität der Vergasung des Schwelkokes kann auf einfachste Weise allein durch die entsprechende Verstellung der Mengen an Verbrennungsluft und Dampf gesteuert werden.

Das Zumischen von durch die fühlbare Wärme der erzeugten Brenngase hergestelltem Dampf in die Verbrennungsluft hat den Vorzug einer Intensivierung der Wassergasreaktionen in der dritten Verfahrensstufe.

Für einen kontinuierlichen und gleichmäßigen Ablauf des Verfahrens ist es zweckmäßig, wenn einerseits die Schwelgase und zum anderen die Verbrennungsluft für den Schwelkoks jeweils über den gesamten Reaktorquerschnitt gleichmäßig verteilt in die aus dem Schwelkoks gebildeten Reaktionszonen eingeführt werden. Zu diesem Zweck erfolgt die Teilverbrennung mit gleichzeitiger thermischer Crackung der Schwelgase bei intensiver Verwirbelung in einem von der den stückigen Schwelkoks enthaltenden Wassergas-Reaktionszone gesonderten Reaktionsraum. Zur gleichmäßigen Verteilung der Verbrennungsluft für den Schwelkoks kann diese zweckmäßigerweise aus einer Druckkammer unter dem Ascheförderer durch diesen hindurch

in die Verbrennungszone eingeführt werden.

Die Anlage zur Durchführung des Verfahrens umfaßt eine indirekt über ihren Hohlmantel vorzugsweise durch Abgase beheizte Schweltrommel und einen mit den Schwelgasen und dem Schwelkoks aus der Schweltrommel beschickten schachtförmigen Brenngasreaktor sowie als Hilfsaggregate, Luftvorwärmer und Wäscher für die erzeugten Brenngase, wobei erfindungsgemäß im Brenngasreaktor eine obere Teilverbrennungs- und Crackzone für die Schwelgase, eine daran anschließende, mit Schwelkoks gefüllte Wassergas-Reaktionszone für die gecrackten Schwelprodukte, daran anschließend eine Abzugszone für die erzeugten Brenngase, daran anschließend eine mit Schwelkoks gefüllte Wassergas-Reaktionszone für die Reaktionsprodukte aus der Schwelkoks-Teilverbrennung und daran nach unten anschließend eine heiße Verbrennungszone für den Schwelkoks mit Zuleitungen für die vorgewärmte Verbrennungsluft und Dampf ausgebildet ist.

Zweckmäßigerweise ist zwischen der oberen Teilverbrennungs- und Crackzone für die Schwelgase und der daran anschließenden Wassergas-Reaktionszone eine gasdurchlässige Trennwand vorgesehen, die mit Vorteil als gleichmäßig perforierte keramische Platte ausgebildet ist.

Weitere Vorzüge sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Gaserzeugungsanlage anhand der Zeichnung im einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild einer ersten Ausführung,

Fig. 2 den Brenngasreaktor der Anlage nach
Fig. 1 in vergrößerter schematischer
Darstellung,

5 Fig. 3 das Blockschaltbild einer anderen Aus-
führung mit gemeinsamer Beschickung
des Brenngasreaktors mit Schwelgas
und Schwelkoks.

10 Die in Fig. 1 dargestellte Gaserzeugungsanlage enthält
als Hauptaggregate eine Schweltrommel 1, einen Brenngas-
reaktor 2 und einen Gasmotor 3.

Die stückigen bituminösen Brennstoffe werden über ei-
15 nen Trichter 4 mit in einem Eintragsschacht 7 angeordneten
Schleusen 5, 6 und einen Horizontalförderer 8 in das Ein-
tragsende der Drehtrommel 1 eingeführt. Die Drehtrommel 1
besteht aus der eigentlichen Schweltrommel 10, in welcher
hohle, im wesentlichen längsgerichtete Einbauten 11 in
20 Form von Längsrippen oder Schaufeln angeordnet sind. Die-
se Schweltrommel 10 ist von einem Mantel 12 umgeben, der
über eine Leitung 13 mit dem Auspuffsystem 14 des Gasmo-
tors 3 in Verbindung steht. Auf diese Weise erfolgt die Be-
heizung der Drehtrommel indirekt durch die ca. 600 °C heißen
25 Auspuffgase des Gasmotors 3. Für den Anfahr- und/oder Not-
betrieb ist an der Trommelaustragsseite ein Zusatzbrenner
15 vorgesehen, dessen Abgase in den Mantelraum 12 einströ-
men und die Verschwelung der Brennstoffe im Trommelinneren
in Gang setzen. Im Normalbetrieb reicht jedoch das Wärmean-
30 gebot in den Auspuffgasen des Gasmotors 3 für eine vollstän-
dige Verschwelung von Brennstoffen auch mit hohem Asche-
und Wassergehalt aus. Zur Intensivierung des Wärmeübergan-
ges zwischen den heißen Auspuffgasen und dem Schwelgut sind

die hohlen Einbauten 11 von den heißen Auspuffgasen durchströmt, wodurch sich einerseits die wärmeübertragenden Oberflächen vergrößern und zum anderen durch die Förderwirkung dieser Einbauten auch der Wärmeübergang zum Aufgabe- bzw. Schwelgut verbessert wird. Bei entsprechender Ausbildung dieser Einbauten 11 können deren Innenräume so vergrößert werden, daß sie selbst den Mantel 12 bilden. Nach dem Durchströmen der Einbauten 11 bzw. des Trommelmantels 12 werden die Auspuffgase über eine Leitung 16 mit
15 Dosierventil 17 in die Atmosphäre abgeführt. Die Leitung 16 ist durch eine Zweigleitung 18, ein Gebläse 19 und ein Dosierventil 20 mit dem Brenner 15 bzw. der eintragsseitigen Verteilerkammer 21 im Trommelmantel 12 verbunden, um die Temperatur der Heizgase durch Zumischen vorbestimmter,
15 bereits abgekühlter Gasmengen zu steuern.

Die Drehtrommel 1 ist in üblicher Weise in ihrer Neigung verstellbar auf - nicht dargestellten - Trag- und Antriebsrollen gelagert.

20

Das in der Drehtrommel 1 erzeugte Schwelgas wird bei Temperaturen von 400 bis 500 °C am Austragsende der Trommel über Rohrleitungen 22 einem Brenner 23 zugeführt, welcher in den oberen Teil des Brenngasreaktors 2 ausmündet. Unmittelbar stromauf eines Ejektorteils 24 endet eine Zuführleitung 25 für die Verbrennungsluft, die in dem Ejektorteil
15 24 und dem daran anschließenden Diffusor 26 des Brenners 23 mit den Schwelgasen zum Erhalt einer Teilverbrennung der Schwelgase intensiv vermischt wird.

30

Der Brenngasreaktor 2 weist in seinem oberen Teil eine von Einbauten freie Kammer 27 auf, in welcher eine in-

tensive Verwirbelung der durch den Brenner 23 einströmenden, teilverbrannten Schwelgase erfolgt. In dieser Kammer findet die thermische Crackung der durch die unterstöchiometrische Teilverbrennung auf ca. 1000 bis 1200 °C aufgeheizten Schwelgase statt.

Nach unten wird diese Kammer 27 durch eine Trennwand 28 begrenzt, welche aus einer keramischen Platte von ca. 100 bis 200 mm Stärke besteht, in der eine Vielzahl von Löchern 29 in geeigneter Größe vorgesehen sind. Der Durchströmungswiderstand dieser Platte 28 bzw. der Löcher 29 wird so gewählt, daß in der Kammer 27 ein geringer Überdruck herrscht, der eine über den gesamten Querschnitt des schachtförmigen Brenngasreaktors gleichmäßige Durchströmung der Platte 28 gewährleistet.

In einem vorbestimmten Abstand unterhalb der gasdurchlässigen Trennwand 28 ist mindestens ein Eintragsförderer 30 vorgesehen, der als Eintragsorgan einen hydraulisch oder pneumatisch betätigten Kolbenschieber 31 aufweist. Diesem Eintragsförderer 30 wird der Schwelkoks aus dem Austragsende der Drehtrommel 1 über eine Rutsche 32 und eine druckdichte Dosierradeinrichtung 33 zugeführt. Der Eintragsförderer 30 beschickt den Brenngasreaktor 2 über eine seitliche, abgedichtete Eintragsöffnung 34 mit dem in der Drehtrommel 1 erzeugten Schwelkoks. Die Beschickung des Brenngasreaktors erfolgt in der Weise, daß eine ausreichende Höhe des Koks-bettes 35 im Brenngasreaktor vorhanden ist.

In einem vorbestimmten Abstand unterhalb des Eintragsförderers ist ein als Ringkanal 36 ausgebildeter Abzug für die Brenngase vorgesehen, der aus einer Vielzahl von Radial-

36a
öffnungen in der Reaktorwand besteht.

Der Reaktorboden ist durch einen Austragsförderer 37 für die Asche und Schlacke des Schwelkokses gebildet, der
5 von einem Motor 38 über ein Getriebe 39 angetrieben wird. Unterhalb dieses als Drehrost ausgebildeten Austragsförderers 37 ist eine durch Kolbenschieber 40 abgedichtete Aus-
tragsschurre 41 vorgesehen, durch welche die mittels des
Austragsförderers 37 gelöste und zerkleinerte Asche bzw.
10 Schlacke ausgetragen wird. In den Innenraum dieser Aus-
tragsschurre 41 münden Luft- und Dampfleitungen 42.

Von dem als Ringkanal 36 ausgebildeten Brenngas-Abzug führt eine Heißgasleitung 43 zu einem Luftvorwärmer 44 und
15 zu Verdampfern 45, 46. Der Luftvorwärmer ist über eine Warmluftleitung 47 mit einer zum Rohr 25 über ein Dosierventil 49 führende Luftleitung 48 sowie über eine Luftleitung 50 und ein weiteres Dosierventil 51 mit den Luftanschlüssen 42 verbunden. In den Verdampfern 45 und 46 werden mittels Dosier-
20 pumpen 53, 54 zugeführte Mengen an Wasser verdampft, welche einmal über eine Dampfleitung 55 in die Warmluftleitung 48 stromab des Ventils 49 und zum anderen über eine weitere Dampfleitung 56 in die Warmluftleitung 50 stromab des Dosier-
ventils 51 eingespeist werden.

15 Aus den Wärmetauschern 44 bis 46 strömen die Brenngase über eine Gasleitung 60 in einen lediglich schematisch dargestellten Wäscher 61, in welchem Schadstoffe und andere Nebenprodukte ggf. in mehreren Stufen abgeschieden werden.
30 Das gereinigte Brenngas wird über eine Leitung 62 dem Gas-
motor 3 zugeführt, dessen Abtriebswelle mit einem Generator 63 gekoppelt ist.

Im folgenden wird der Betrieb der vorstehend beschriebenen Anlage und insbesondere des Brenngasreaktors (anhand der Fig. 2) ausführlich beschrieben.

Die über einen nicht dargestellten Endlosförderer zugeführten bituminösen Brennstoffe, wie schwefel- und asche-reiche Steinkohle, Braunkohle, Torf, Holz und Holzabfälle sowie Stroh und andere organische Bestandteile, gelangen durch den Trichter 4 durch wechselweise Betätigung der Kolbenschieber 5, 6 in den Eintragsschacht 7, aus dem sie mittels des Schneckenförderers 8 in den Innenraum der Schweltrommel 10 eingetragen werden. Nach einer Trocknung im in Fig. 1 linken Teil der Schweltrommel setzt bei ca. 200 °C die Entgasung der Brennstoffe ein, die bis zu Temperaturen von ca. 500 °C am rechten Austragsende der Trommel kontinuierlich fortgesetzt wird. Die Schwelgase werden durch die Ejektorwirkung des Brenners 23 über die Leitungen 22 bei Temperaturen von ca. 400 bis 500 °C abgesaugt. Gleichzeitig wird der Schwelkoks über die Austragsschurre 32, das Dosier-rad 33 und den Eintragsförderer 30 in den Brenngasreaktor 2 unterhalb der Zwischenwand 28 eingetragen.

Die im Schwelgasablaufenden Reaktionen werden im folgenden anhand der Fig. 2 im einzelnen beschrieben. Die Schwelgase werden durch das Zumischen von dosierten Mengen an Luft im Brenner 23 teilweise verbrannt und strömen mit vergleichsweise hoher kinetischer Energie in die leere Kammer 27, in welcher intensive Verwirbelungen der Gase 1 erfolgen. Diese Wirbelströmungen bewirken, daß in der gesamten Kammer eine Temperatur von ca. 1000 °C herrscht, bei welcher die thermische Crackung der Schwelgase mit hohem Wirkungsgrad erfolgt. Die Einhaltung der Temperatur wird durch das Einführen entsprechender Luftmengen und damit durch die Intensität der Schwelgasverbrennung erreicht. Die teilverbrannten und

gecrackten Schwelgase strömen durch die Löcher 29 in der Zwischenwand 28 in das Koksbett 35, dessen Oberfläche auf eine Temperatur von etwa 900 bis 1000 °C erwärmt wird. Die sich beim Crackvorgang und bei der unterstöchiometrischen Verbrennung der Schwelgase bildenden Anteile an elementarem Kohlenstoff (Ruß) lagern sich an den Oberflächen der Schwelkokskörner an und reagieren mit den Verbrennungsprodukten sowie mit dem Wasserdampf unter Kohlenmonoxid, Wasserstoff und ggf. Methanbildung. Diese Prozesse sind stark endotherm, so daß die aus der Teilverbrennungs- und Crackzone I durch die Zwischenwand 28 in die Wassergas-Reaktionszone II einströmenden Gase in der Koksschicht 35 von anfangs 900 bis 1000 °C auf eine Abzugstemperatur von ca. 500 °C durch die endothermen Reaktionsvorgänge abgekühlt durch die Öffnungen 36a in den feuerfest ausgemauerten Wänden des Reaktors 2 und den Ringkanal 36 abgeführt werden (Abzugszone III).

Die über die Leitung 50, den Ringkanal 42 und die Öffnungen 42a in der Reaktorwand in den Raum 41 unter den Förderer eingeführte Verbrennungsluft strömt durch die Zwischenräume der Förderroststäbe 37 hindurch und es erfolgt bei V unmittelbar oberhalb des Förderrostes 37 eine Teilverbrennung des Schwelkokes in einem Temperaturbereich von 1000 bis 1200 °C. Die Intensität dieser Teilverbrennung wird durch Einstellen der Luftzufuhr mittels des Dosierventils 51 erreicht. Die durch die Teilverbrennung des Schwelkokes gebildeten Gase durchströmen die Zone IV des Koksбетtes und werden durch die Abzugsöffnungen 36a, den Ringkanal 36 und die Brenngasleitung 43 aus dem Brenngasreaktor abgezogen. Aufgrund des der Verbrennungsluft zugesetzten Dampfes vollziehen sich bei diesem Durchströmen der Koksfüllung in der Reaktionszone IV ebenfalls stark endotherme Reaktionen, bei

Heizwertsteigerung und gleichzeitiger Temperatursenkung
- entsprechend den Reaktionen in Zone II - .

Die in Fig. 3 dargestellte Anlage entspricht in ihren wesentlichen Bauteilen und Funktionsmerkmalen derjenigen nach Fig. 1. Die einander entsprechenden Bauteile sind mit um 100 erweiterten Bezugszeichen gekennzeichnet. Diese Anlage ist besonders für Aufgabematerialien geeignet, bei denen der in der Schweltrommel anfallende Schwelkoks einerseits ausreichend körnig ist, um gemeinsam mit den Schwelgasen über den Brenner 123 in den Brenngasreaktor eingeführt werden zu können, und in diesem ein Koks Bett von ausreichender Gasdurchlässigkeit bildet, zum anderen soll jedoch der Koks von den Verbrennungsgasen im Raum 127 mitverwirbelt werden, um eine über den gesamten Querschnitt des Brenngasreaktors weitgehend gleichmäßige Ablagerung zu ermöglichen.

Hinsichtlich des Investitionsaufwandes bietet diese Ausführung den Vorteil, daß der gesonderte Eintragsförderer 30 für den Schwelkoks, die gasdichte Dosierradschleuse 33 wegfallen können. Um eine kontinuierliche Ergänzung des Koks Bettes 135 im Reaktor 2 zu gewährleisten, fehlt bei dieser Ausführung die perforierte Trennwand 28 gemäß Fig. 1. Daraus folgt, daß die Variante nach Fig. 3 zwar technisch einfacher aufgebaut ist, daß die Steuerung des Verfahrensablaufes jedoch weniger Eingriffsmöglichkeiten bietet, da der gesamte, aus der Schweltrommel 110 ausgetragene Schwelkoks unmittelbar in den Brenngasreaktor gelangt. Die weiteren Aggregate (wie Wärmetauscher, Wäscher, Gasmotor etc.) dieser Anlage entsprechen derjenigen nach Fig. 1, so daß auf ihre zeichnerische Darstellung verzichtet werden konnte.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungen beschränkt. So kann beispielsweise die Vorwärmung der Verbrennungsluft und/oder die Dampferzeugung für die Wassergasreaktion in der dritten Verfahrensstufe durch weitere Ausnutzung der Abwärme der Auspuffgase des Gasmotors erfolgen.

Ferner besteht auch die Möglichkeit, die durch das thermische Cracken der Schwelgase erhaltenen Brenngase einerseits und andererseits die durch die Vergasung des Schwelkokes erhaltenen Brenngase gesondert aus dem Brenngasreaktor abzuziehen und sie entsprechend ihrer ggf. unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung weiterzubehandeln. Obgleich die Verwertung der Brenngase in einem Gasmotor eine der energetisch günstigsten Möglichkeiten darstellt, da die Auspuffgase des Motors zur Beheizung der Schweltrommel herangezogen werden können, lassen sich die erzeugten Brenngase auch anderweitig zu Beheizungszwecken oder als chemischer Rohstoff verwenden. In diesem Fall könnte die indirekte Beheizung der Schweltrommel durch die erzeugten, ca. 600 °C heißen Brenngase selbst erfolgen, welche dann durch den Hohlmantel bzw. die hohlen Einbauten in der Trommel hindurchgeführt werden.

Für spezielle Anwendungszwecke, insbesondere für den Einsatz von Brennstoffen mit hohem Ascheanteil, bei denen die unverbrennbaren Bestandteile zum Zusammenbacken und -sintern neigen, ist eine weitere Verfahrens- und Anlagenvariante geeignet, bei welcher der Schwelkoks im Reaktorschacht ganz oder teilweise in den Zustand einer beruhigten Wirbelschicht (Fließbett) versetzt wird. Hierzu wird in der bodenseitigen Luftkammer ein ausreichend hoher Überdruck erzeugt, der zu gleichmäßig über den Bodenquerschnitt verteilten Gasströmungen in die Schwelkoksfüllung führt. Sollte die zur

Erzeugung des Wirbelbettes notwendige Gasmenge die zur Teilverbrennung des Schmelkokses benötigte Luftmenge überschreiten, kann dieser Verbrennungsluft entweder eine entsprechende Teilmenge an erzeugtem Brenngas und/oder eine entsprechende Teilmenge an Auspuffgasen zugemischt werden. Zumindest ein Teil dieser Auspuffgase aus der mit dem erzeugten Brenngas betriebenen Brennkraftmaschine (Gasmotor) wird in der heißen Teilverbrennungszone thermisch gecrackt. Die zugemischten Brenngase haben dagegen vorzugsweise eine strömungstechnische Trägerfunktion zur Erzeugung des Wirbelbettes.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Vergasen von stückigen Brennstoffen, wie bituminöse Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Stroh u. dgl., unter zumindest annäherndem Atmosphärendruck, bei dem die Brennstoffe in einer ersten Verfahrensstufe durch indirekte Beheizung bei Temperaturen zwischen 300 und 600 °C unter ständiger Umwälzung verschwelt und in einer zweiten Verfahrensstufe die heißen Schwelgase durch Vermischen mit vorgewärmter Luft teilverbrannt, gleichzeitig bei Temperaturen von 850 bis 1200 °C thermisch gecrackt und anschließend durch eine aus dem Schwelkoks in der ersten Stufe gebildete Reaktionszone hindurchgeführt werden,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß in einer dritten Verfahrensstufe der Schwelkoks durch Einführen eines gasförmigen Sauerstoffträgers (Luft) im understöchiometrischen Verhältnis teilverbrannt wird, daß das erzeugte, zwischen anfänglich 900 und 1200 °C heiße Gasgemisch durch eine unmittelbar anschließende, aus dem Schwelkoks gebildete Reaktionszone hindurchgesaugt wird, in welcher durch endotherme Reaktionen die Gastemperatur gesenkt und gleichzeitig der Heizwert der Gase erhöht wird, und daß anschließend diese Brenngase und die Brenngase aus der zweiten Verfahrensstufe in bekannter Weise Wärmetauschern und Wäschern zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Verbrennungs- und Vergasungsluft für den Schwelkoks zur Erzielung der Wassergas-Reaktion dosierte Mengen an Wasserdampf zugesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brenngase aus der zweiten Verfahrensstufe mit den Brenngasen aus der dritten Verfahrensstufe gemischt und gemeinsam den Luftvorwärmern und Wäschern zugeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilverbrennung mit gleichzeitiger thermischer Crackung der Schwelgase bei intensiver Verwirbelung der reagierenden Gase in einem von der den stückigen Schwelkoks enthaltenden Wassergas-Reaktionszone gesonderten Reaktionsraum durchgeführt wird und daß die erhaltenen Reaktionsprodukte die Wassergas-Reaktionszone über ihren gesamten Querschnitt gleichmäßig verteilt durchströmen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Brenngase in einem Bereich zwischen der zweiten und der dritten Verfahrensstufe abgeführt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in der dritten Verfahrensstufe gebildete Schlacke und Asche mechanisch zerkleinert abgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß der Schwelkoks in der dritten Verfahrensstufe von der Verbrennungs- und Vergasungsluft über den gesamten Querschnitt gleichmäßig verteilt durchströmt wird, und daß die Menge an Schwelkoks dieser dritten Verfahrensstufe so eingestellt wird, daß durch die ablaufenden endothermen Wassergas-Reaktionen die erzeugten Brenngase ausreichend gekühlt mit Temperaturen im Bereich von 400 bis 700 °C den Wärmetauschern zugeführt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erzeugte Brenngas in einer Brennkraftmaschine verwertet wird, deren Abgase und das Heizmedium für die Verschwelung in der ersten Verfahrensstufe darstellen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität der Vergasung des Schwelkokes und damit die Höhe der Reaktionszone in der dritten Verfahrensstufe durch Einstellen der in den Schwelkoks eingeleiteten Mengen an Verbrennungsluft gesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsluft für die Schwelgase und für den Schwelkoks durch die ca. 500 °C heißen Brenngase vorgewärmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Schwelkoks in dosierten Mengen zugeführte Wasserdampf durch Ausnutzung der fühlbaren Wärme der ca. 500 °C

heißen Brenngase erzeugt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwelgase und der Schwelkoks aus der ersten Verfahrensstufe gemeinsam der zweiten Verfahrensstufe zugeführt werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwelgase und der Schwelkoks aus der ersten Verfahrensstufe jeweils gesondert abgezogen und der zweiten Verfahrensstufe zugeführt werden.

14. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer indirekt über ihren Hohlmantel beheizten Schweltrommel und einem mit den Schwelgasen und dem Schwelkoks aus der Schweltrommel beschickten schachtförmigen Brenngasreaktor sowie mit Luftvorwärmern und einem Wäscher für die erzeugten Brenngase,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Brenngasreaktor eine obere Teilverbrennungs- und Crackzone I für die Schwelgase, eine daran anschließende, mit Schwelkoks gefüllte Wassergas-Reaktionszone II für die gecrackten Schwelgase, daran anschließend eine gemeinsame Abzugszone III für das erzeugte Brenngas, daran anschließend eine mit Schwelkoks gefüllte Wassergas-Reaktionszone IV für die Reaktionsprodukte der Schwelkoks-Teilverbrennung und daran anschließend eine heiße Verbrennungszone V für den Schwelkoks mit Zuleitungen (42, 142) für die vorgewärmte Verbrennungsluft und ggf. den Dampf aufweist.

15. Anlage nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der oberen, als freie Wirbelkammer (37) ausgebildeten
Teilverbrennungs- und Crackzone I ein mit den Schwelgasen
und der vorgewärmten Luft beaufschlagter Ejektorbrenner (23,
123) angeordnet ist.

16. Anlage nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen der oberen Teilverbrennungs- und Crackzone I
und der daran anschließenden Wassergas-Reaktionszone II eine
gasdurchlässige Trennwand (28, 29) vorgesehen ist.

17. Anlage nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Trennwand (28) eine gleichmäßig gelochte keramische
Platte ist.

18. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß am Brenngasreaktor (2) unterhalb der Trennwand (28) eine
Eintragsvorrichtung (30) für den Schwelkoks angeordnet ist.

19. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Abzug (36) für die erzeugten Brenngase als Ringkanal
am Außenumfang des Brenngasreaktors (2) ausgebildet ist, wel-
cher über eine Vielzahl von in Umfangsrichtung gleichmäßig
verteilten Radialöffnungen (36a) mit schräger Unterseite mit
der Koksfüllung (35) im Brenngasreaktor (2) in Verbindung
steht.

20. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,

daß am Boden des Brenngasreaktors (2) ein Austragsförderer (37 bis 39) für die Asche und Schlacke sowie Anschlüsse (42, 42a) für die vorgewärmte Verbrennungsluft und ggf. den Dampf angeordnet sind.

21. Anlage nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß unter dem als Drehrost (37) ausgebildeten Austragsförderer eine abgedichtete Verteilerkammer (41) für die Verbrennungsluft vorgesehen ist, welche die Verbrennungsluft durch den Drehrost (37) hindurch gleichmäßig über den gesamten Reaktorquerschnitt verteilt in die Schwelgasfüllung einführt.

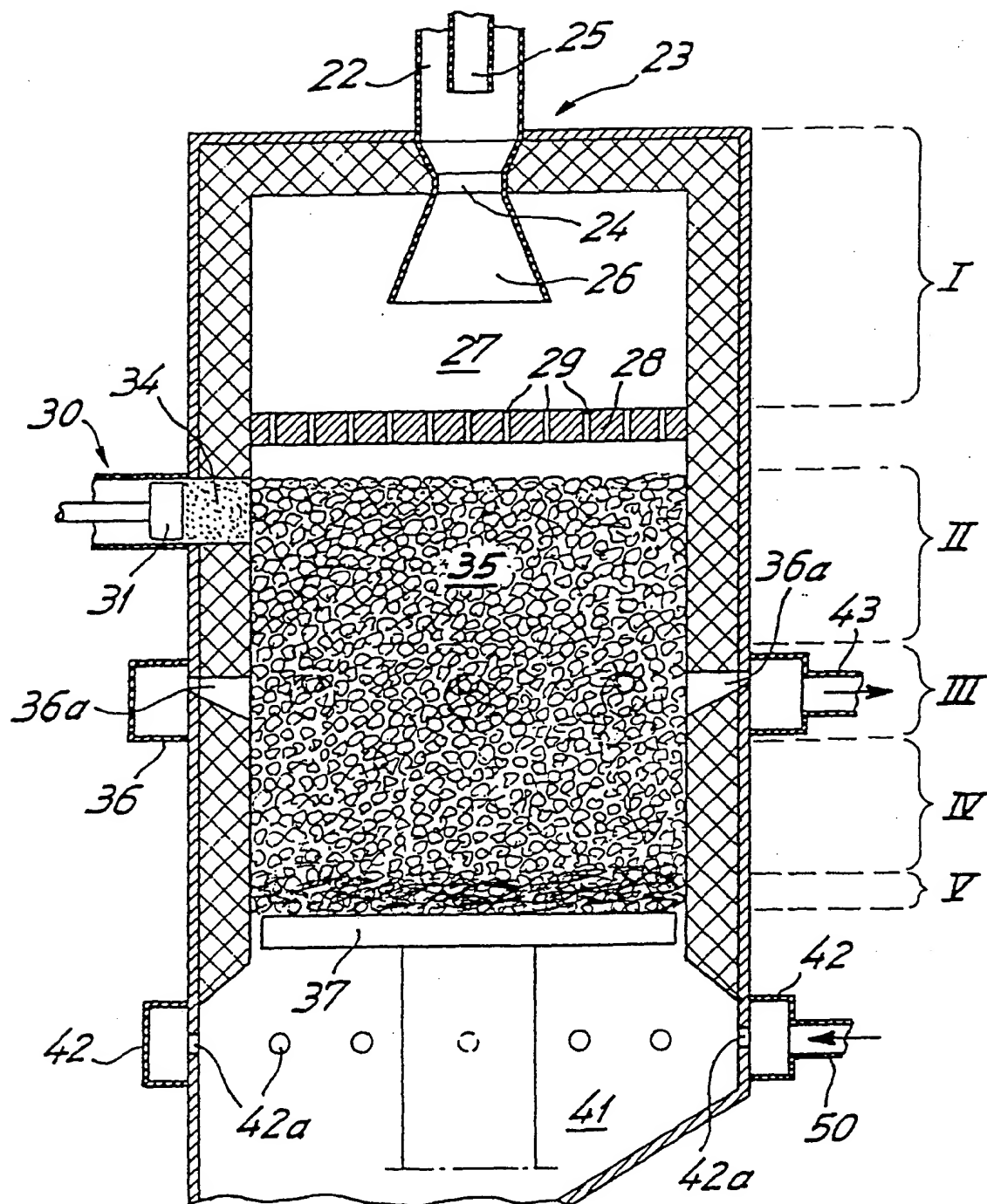
22. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Eintragsförderer (30) für den Schwelkoks einen Kolbenschieber als Förder- und Abdichtungsorgan aufweist.

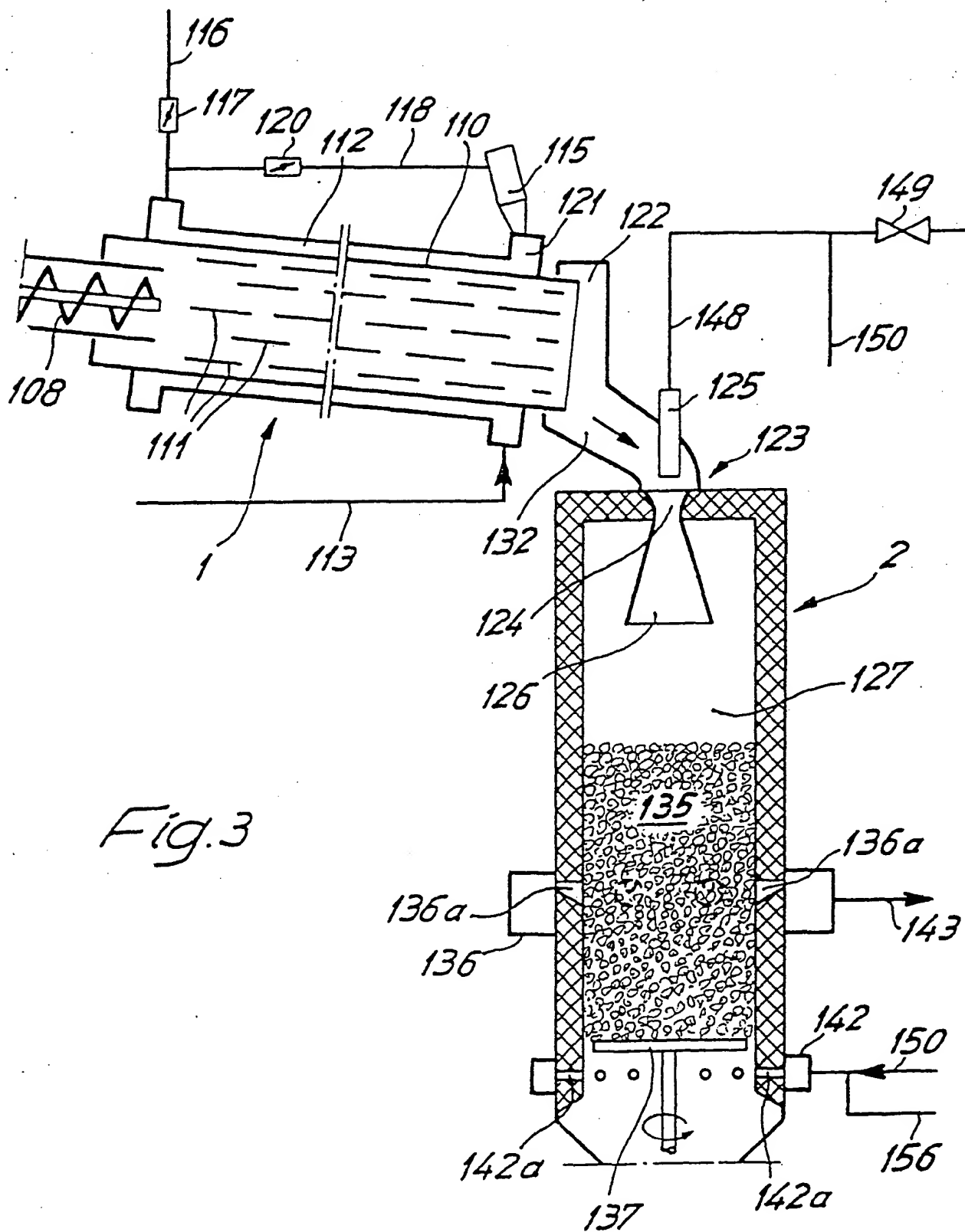
23. Anlage nach Anspruch 14,
gekennzeichnet durch
einen gemeinsamen Drehtrommelaustrag (132) für die Schwelgase und den Schwelkoks.

24. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Ausbildung einer sogenannten beruhigten Wirbelschicht in der Verteilerkammer (41) ein ausreichend hoher Gasdruck eingestellt ist.

25. Anlage nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet,
daß das die Wirbelschicht erzeugende Medium in der Verteilerkammer (41) ein Gemisch aus Teilverbrennungs-Luft, Wasserdampf, im Reaktor erzeugtem, rückgeführten Brenn- oder Schwelgas und/oder Auspuffgas aus dem mit dem Brenngas betriebenen Gasmotor ist.

Fig.2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 80/00097

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int. Cl. ³ : C 10 J 3/66																							
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center;">Minimum Documentation Searched ⁴</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">Classification System</th> <th style="width: 75%;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int. Cl.³</td> <td style="padding: 5px;">C 10 J 3/66; C 10 B 53/02</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; padding: 5px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵</div>			Classification System	Classification Symbols	Int. Cl. ³	C 10 J 3/66; C 10 B 53/02																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int. Cl. ³	C 10 J 3/66; C 10 B 53/02																						
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category ⁶</th> <th style="width: 60%;">Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 30%;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>DE, B, 2432504, published 16 December 1976, see claims 1-3, figure 1, Kiener (cited in the application)</td> <td>1-3, 6, 8, 9, 13, 14 19-21, 24</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DE, C, 196697, published 7 March 1906, see claim, figure 2, J. Maley</td> <td>1, 3, 5, 7, 13, 14, 19</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DE, A, 2622266, published 24 November 1977, see claims 1, 4, page 12, line 24 - page 13, line 6, figure, Projektierung Chemische Verfahrenstechnik</td> <td>1, 2, 3, 6, 9, 14, 19-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE, A, 2732544, published 1 February 1979, see claim 1, figure 1, Steag</td> <td>1, 3, 4, 14, 15, 19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 4057402, published 8 November 1977, see claim 1, figure, J. G. Patel et al.</td> <td>1-4, 9, 14-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE, A, 2408461, published 28 August 1975, see claims 1, 5, 6, figure 2, Sag Siegener (cited in the application)</td> <td>1-3, 9-11, 14</td> </tr> </tbody> </table>			Category ⁶	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸		DE, B, 2432504, published 16 December 1976, see claims 1-3, figure 1, Kiener (cited in the application)	1-3, 6, 8, 9, 13, 14 19-21, 24		DE, C, 196697, published 7 March 1906, see claim, figure 2, J. Maley	1, 3, 5, 7, 13, 14, 19		DE, A, 2622266, published 24 November 1977, see claims 1, 4, page 12, line 24 - page 13, line 6, figure, Projektierung Chemische Verfahrenstechnik	1, 2, 3, 6, 9, 14, 19-22	A	DE, A, 2732544, published 1 February 1979, see claim 1, figure 1, Steag	1, 3, 4, 14, 15, 19	A	US, A, 4057402, published 8 November 1977, see claim 1, figure, J. G. Patel et al.	1-4, 9, 14-18	A	DE, A, 2408461, published 28 August 1975, see claims 1, 5, 6, figure 2, Sag Siegener (cited in the application)	1-3, 9-11, 14
Category ⁶	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸																					
	DE, B, 2432504, published 16 December 1976, see claims 1-3, figure 1, Kiener (cited in the application)	1-3, 6, 8, 9, 13, 14 19-21, 24																					
	DE, C, 196697, published 7 March 1906, see claim, figure 2, J. Maley	1, 3, 5, 7, 13, 14, 19																					
	DE, A, 2622266, published 24 November 1977, see claims 1, 4, page 12, line 24 - page 13, line 6, figure, Projektierung Chemische Verfahrenstechnik	1, 2, 3, 6, 9, 14, 19-22																					
A	DE, A, 2732544, published 1 February 1979, see claim 1, figure 1, Steag	1, 3, 4, 14, 15, 19																					
A	US, A, 4057402, published 8 November 1977, see claim 1, figure, J. G. Patel et al.	1-4, 9, 14-18																					
A	DE, A, 2408461, published 28 August 1975, see claims 1, 5, 6, figure 2, Sag Siegener (cited in the application)	1-3, 9-11, 14																					
<div style="font-size: small;"> <p>• Special categories of cited documents: ¹⁵</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p> </div> </div> </div>																							
IV. CERTIFICATION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 10 October 1980 (10.10.80) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ² 21 October 1980 (21.10.80) </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ European Patent Office </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ²⁰ </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 10 October 1980 (10.10.80)	Date of Mailing of this International Search Report ² 21 October 1980 (21.10.80)	International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ²⁰																	
Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 10 October 1980 (10.10.80)	Date of Mailing of this International Search Report ² 21 October 1980 (21.10.80)																						
International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ²⁰																						